

ИССЛЕДОВАНИЯ МОДУЛЯЦИОННОЙ СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ РВО_Т В ГЕОМЕТРИИ ЕПС₄ И Е ⊥ С₄

Нурахметова К.К., Акбеков Т.М.

ИГД и ГТ, Бишкек, Кыргызстан, eakr.info@gmail.com

Аннотация: В дополнительных исследованиях спектры модуляционного поглощения обнаружены некоторые особенности т. е. дублетной структуры экситонной ступеньки с участием высокочастотного фона.

Ключевые слова: дублетные полосы, поляризованные спектры, поглощения кристаллов, линия.

STUDIES OF MODULATION SPECTRA PBOT ABSORPTION IN GEOMETRY EPC₄ AND E ⊥ C₄

Nurakhmetova K.K., Akbekov T.M.

Institute of mining and mining technologies, Bishkek, Kyrgyzstan

Abstract: Additional research modulation absorption spectra found some features that a duplet structure exciton steps involving high-frequency phonons.

Key words: the doublet bands, the polarized spectra of absorption of the crystals, the line.

В отличие от полученных ранее [1] данных в этих спектрах (рис. 1) вследствие уменьшения полуширин особенностей удастся наблюдать большее количество деталей. В первую очередь следует отметить обнаружение дублетной структуры экситонной ступеньки с участием наиболее высокочастотного фона величина расщепления 1,6 мэВ. В области ступеньки I (фонон $\hbar\omega_1$) структура имеет сложный вид и включает, вероятно четыре частично перекрывающиеся компоненты. Фрагменты спектра $\alpha'(h\nu)$ в области ступенек I и II представлены на рис. 2. Новым является так же наблюдение узкой линии Λ_0 расположенной с длинноволновой стороны от линии Λ_1 . Ранее наблюдалась только связанная с этой линией положительная осцилляция, интерпретированная как, начало ступенчатого поглощения. В спектре $\alpha'(h\nu)$ обнаружены также узкие дублетные полосы (расщепление 1,5 мэВ), расположенные между линией Λ_1 и порогом I. Им соответствуют $\alpha'(h\nu)$ в слабое пороговое поглощения. На длинноволновых краях некоторых из этих порогов наблюдаются узкие линии поглощения. Сходная структура с большей величиной дублетного расщепления 3 мэВ обнаружена также в области между экситонными ступеньками I и II.

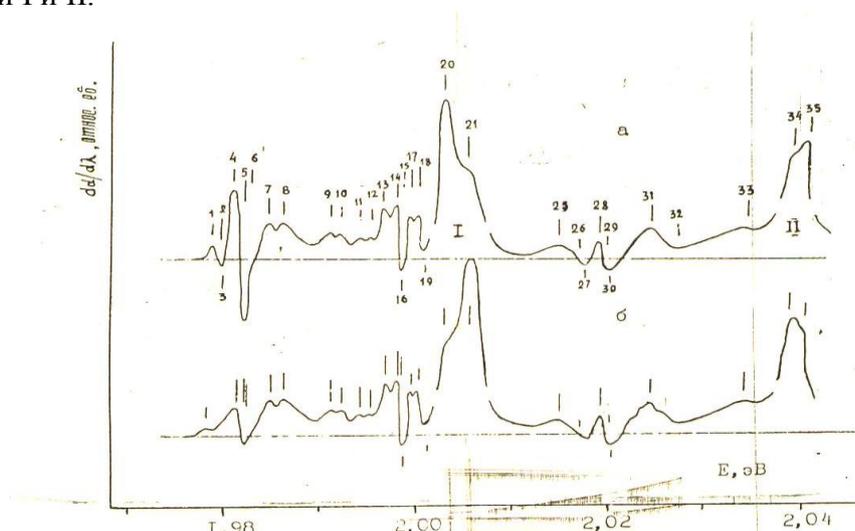


Рис. 1. Модуляционный спектр поглощения кристалла РвО при 4,2 К для двух поляризации падающего света: а-Е ⊥ С, б- Е || С.



Рис.2. Фрагменты спектра $\alpha'(h\nu)$ в области I и II ступеньки.

Измерения, проведенные в геометрии $K \perp C_4$ показали высокую степень поляризации экситонных переходов с участием фононов $\hbar\omega_1$ $E \perp C_4$ и $\hbar\omega_4$ $E \parallel C_4$ 90%. Ступенька с участием фонона менее поляризована $\sim 60\%$ ($E \parallel C_4$). При этом было обнаружено, что в деполяризованном для фононов поглощении $E \parallel C_4$ изменено соотношение интенсивностей компонент структуры. Высокая степень поляризации 90% наблюдалась также и для узких линий поглощения Λ_0 и Λ_1 ($E \perp C_4$) (См. Рис 1, Табл. 1).

Энергии особенностей модуляционного поглощения кристаллов РвО при 4,2 К.

Таблица 1

№ Полоса	Тип особенности	Е, эВ
1	2	3
Поляризация $E \perp C_4$		
1	Макс.	1,9790
2	Ноль	1,9793
3	Мин.	1,9797
4	Макс	1,9812
5	Ноль	1,9818
6	Мин.	1,9821
7	Макс	1,9847
8	Макс	1,9867
9	Макс	1,9911
10	Макс	1,9922
11	Макс	1,9942
12	Макс	1,9951
13	Макс	1,9963
14	Макс	1,9978
15	Ноль	1,9983
16	Мин	1,9984
17	Макс	1,9992
18	Макс	2,0000
19	Мин	2,0007
20	Макс	2,0028
21	Перегиб	2,0036
22	Макс	2,0051
23	Перегиб	2,0068
24	Ноль	2,0082
25	Макс	2,0144
26	Ноль	2,0152
27	Мин	2,0166
28	Макс	2,0189
29	Ноль	2,0195
30	Мин	2,0202
31	Макс	2,0242
32	Мин	2,0268
33	Макс	2,0344
34	Макс	2,0394
35	макс	2,0405

Поляризация ЕПС₄

1	Макс	1,9790
2	Макс	1,9813
3	Ноль	1,9821
4	Мин	1,9826
5	Макс	1,9844
6	Макс	1,9852
7	Макс	1,9857
8	Макс	1,9889
9	Макс	1,9913
10	Макс	1,9925
11	Макс	1,9960
12	Макс	1,9975
13	Макс	2,0023
14	Макс	2,0045
15	Макс	2,0146
16	Макс	2,0168
17	макс	2,0189
18	Ноль	2,0195
19	Мин	2,0202
20	Макс	2,0394
21	макс	2,0405

В результате исследований было обнаружено не соответствие спектра производной коэффициента поглощения $\alpha'(h\nu)$ наблюдаемой в поляризации $E \perp C_4$ при распространении света вдоль ($K \parallel C_4$) и перпендикулярно ($K \perp C_4$) оптической оси кристалла.

При сохранении в спектрах всех тонких особенностей наблюдалось изменение соотношения интенсивностей компонент экситонных ступенек с участием фононов $\hbar\omega_1$ и $\hbar\omega_2$, а также относительного вклада в спектр узких линий Λ_0 и Λ_1 . Было установлено что это связано с необычной для изотропной геометрии поляризацией спектров.

В результате дополнительно проведенных исследований было обнаружено что необычная поляризация присуща большинству имеющихся у нас кристаллов Поляризационные оси в различных кристаллах ориентированы либо параллельно внешним граням кристалла, либо вытянутым внутренним полостям, степень поляризации спектров изменялось от образца к образцу.

На некоторых кристаллах удалось получить максимально поляризованные спектры, (рис. 3) соотношения из отдельных компонент фоновых полос.

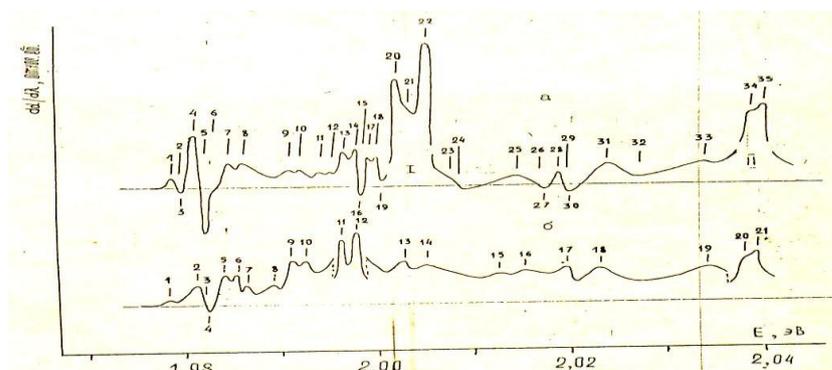


Рис.3. Модуляционный спектр поглощения кристалла РвО при 4,2 К:
а- $E \perp C_4, K \parallel C_4$ б- $E \perp C_4, K \perp C_4$.

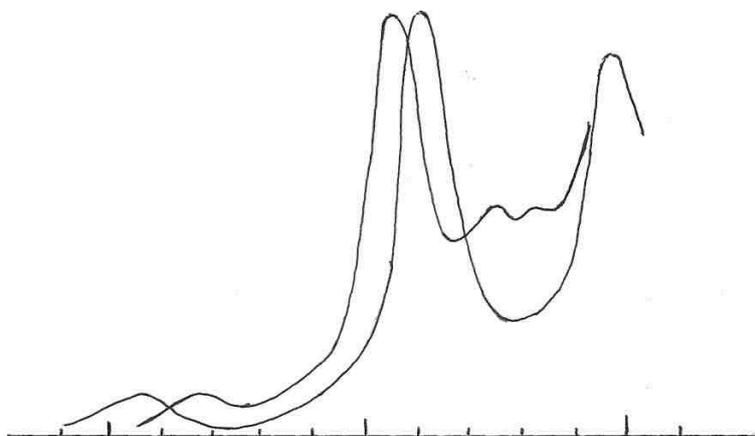


Рис. 4. Модуляционный спектр поглощения кристалла РвО при 77 К: а- $E \perp C_4$, б- $E \parallel C_4$.

Энергии особенностей модуляционного поглощения кристаллов РвО_т при 77 К.

Таблица 2

№	Е, эВ	Поляризация	$\hbar\omega_1$	$\hbar\omega_2$
1	1,9605	$E \perp C$	25,51	61,48
2	2,0115	$E \perp C$		
3	2,0475	$E \perp C$		
4	1,9683	ЕПС	61,26	
5	2,0039	ЕПС		
6	2,0475	ЕПС		

Чтобы установить связаны ли эти компоненты с одним и тем же или с разными основными экситонными состояниями были исследованы спектры поглощения в поляризованном свете при $T=77$ К. При этой температуре в спектрах появляются ступеньки, соответствующие экситонным переходам с поглощением фононов. Спектры поглощения в двух поляризациях при $T=77$ К и энергии особенностей представлены на рис. 4 и в табл. 2. Там же приведены данные получения для экситон-фотонного перехода наблюдаемого в поляризации ЕПС₄.

Проводя вычисления мы пришли к выводу, что наблюдаемая в изотропной геометрии дублетность фононов $\hbar\omega_1$, $\hbar\omega_2$ обусловлена как различием энергий основных экситонных состояний $E_1=1,9790$ эВ $E_2=1,9806$ эВ, так и различием частот фононов, участвующих в переходах. Вычисления показали, что высокочастотная компонента экситонного уровня совпадает с узкой линией Λ_0 в сопоставляя поляризованные спектры мы выделили фононы, взаимодействующие с разными основными экситонными состояниями и определили их частоты. Результаты вычислений представлены в табл. 2.

Появление необычной для изотропной геометрии поляризации, вероятно, связано с наличием в исследованных кристаллах внутренних электрических полей. То обстоятельство что энергетические расстояния между компонентами дублетов не меняется от кристалла к кристаллу позволяет заключить, что наличие этих полей приводит к разрешению экситонного перехода, соответствующего одной из компонент дублета. Наиболее вероятно это состояние $E_{\text{экс}}$ имеющие наименьшую энергию образования.

Использованная литература

1. Гайсин В.А.Чистякова Н.Я. Модуляционный спектр поглощения тетрагональной монооксида свинца. – М., Т.14, Вып.10, 1980. – С. 1894-1898.